

**PAT-NO:** JP406292960A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 06292960 A  
**TITLE:** METHOD FOR MEASURING POURING FLOW RATE OF  
MOLTEN METAL  
**PUBN-DATE:** October 21, 1994

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
AMADA, KATSUMI	
ITO, AKIHIRO	
SAWAMURA, SHINYA	
KONDO, KATSUMI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
NIPPON STEEL CORP N/A	

**APPL-NO:** JP05083621  
**APPL-DATE:** April 9, 1993

**INT-CL (IPC):** B22D011/16 , B22D011/10 , B22D037/00  
**US-CL-CURRENT:** 164/453

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To carry out measuring of a pouring flow rate without delay by measuring vibrating output in a pouring nozzle supporting device and calculating the pouring flow rate based on the vibrating output.

**CONSTITUTION:** At the time of measuring the pouring flow rate of high temp. molten metal at the molten metal pouring position from a vessel 1 to a vessel 2 through the pouring nozzle, a vibration detector is arranged at the pouring nozzle supporting device 3. Based on a specific equation from a correlation between the vibrating output in the detector and a stirring power density in the pouring nozzle developed by dripping of the molten

metal, the pouring flow rate is obtd. In the equation,  $\rho$ : stirring powder density in the pouring nozzle ( $\text{W/m}^3$ ),  $m$ : mass flow rate ( $\text{kg/s}$ ),  $v_1$ : molten metal flow speed at outlet side of the vessel 1 ( $\text{m/s}$ ),  $v_2$ : average flow speed at outlet of the pouring nozzle ( $\text{m/s}$ ),  $g$ : gravity acceleration ( $\text{m/s}^2$ ),  $h$ : height from the outlet side of the vessel 1 to the molten metal surface in the pouring nozzle ( $\text{m}$ ),  $V$ : volume of the molten metal in the nozzle ( $\text{m}^3$ ), (at the time of negative pressure being 0 in the pouring nozzle),  $u$ : volume of the molten metal sucked up with the negative pressure in the pouring nozzle ( $\text{m}^3$ ),  $k$ : proportional constant.

**COPYRIGHT: (C)1994,JPO**

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-292960

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 2 2 D 11/16  
11/10  
37/00

識別記号

1 0 4 D 7362-4E  
E 7362-4E  
B 7511-4E

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平5-83621

(22)出願日

平成5年(1993)4月9日

(71)出願人

000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者

天 田 克 己

東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社

名古屋製鐵所内

(72)発明者

伊 藤 昭 博

東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社

名古屋製鐵所内

(72)発明者

澤 村 信 彌

東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社

名古屋製鐵所内

(74)代理人

弁理士 杉 信 興

最終頁に続く

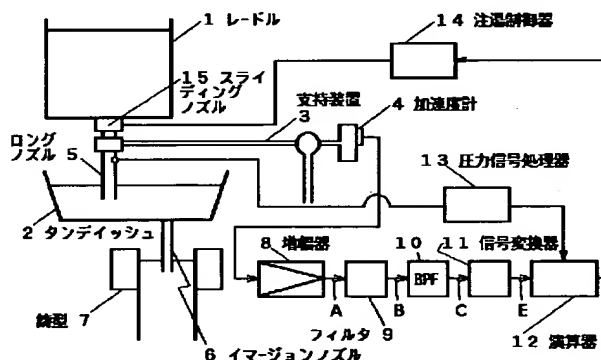
(54)【発明の名称】 溶融金属の注入流量測定法

(57)【要約】

【目的】 ノズルを介して注入される溶融金属の流量を、遅延なく測定する。

【構成】 高温の溶融金属を注入ノズルを介して注湯する際に、注入ノズル支持装置の振動出力を測定しこれを基に注入流量を算出する。その原理は注入ノズル支持装置の振動出力と溶融金属の落下により生ずる注入ノズル内の攪拌動力密度が比例する事を利用して算出する。注入ノズル内の攪拌動力密度とは、注入ノズル内に流入する流体の運動エネルギーから流出する流体の運動エネルギーの差を注入ノズル内の流体体積で除した値である。

【効果】 注入流量を、遅延なく測定できるので、操業トラブル無しにレードル注入末期の極限までの絞り注入が可能となった。これでレードルからタンディッシュ内に流入するスラグ量が減少し、鋳片の品位は格段に良くなった。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】高温の溶融金属を注入ノズルを介して容器1から容器2に注湯する際の注入流量を測定するにあたり、注入ノズル支持装置に振動検知器を設置し、該検知\*

$$\alpha = m \cdot (v_1^2/2 - v_2^2/2 + gh) / (V + u) \quad \dots(1)$$

$$\text{振動出力} = k \cdot \alpha \quad \dots(2)$$

但し、

$\alpha$  : 注入ノズル内の攪拌動力密度 ( $W/m^3$ )

$m$  : 質量流量 ( $kg/s$ )

$v_1$  : 容器1出側溶融金属流速 ( $m/s$ )

$v_2$  : 注入ノズル出側平均流速 ( $m/s$ )

$g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

$h$  : 容器1出側から注入ノズル内溶融金属表面までの高さ ( $m$ )

$V$  : 注入ノズル内の溶融金属の体積 ( $m^3$ )  
(注入ノズル内負圧=0の時)

$u$  : 注入ノズル内の負圧により吸い上げられた溶融金属の体積 ( $m^3$ )

$k$  : 比例係数

にもとずき注入流量を求めることを特徴とする溶融金属の注入流量測定法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高温の溶融金属の注入、例えば溶鋼の注入ノズルを介したレードルからタンディッシュへの注入、において溶融金属の注入流量を測定する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の流量測定方法としては、ロードセルで測定したレードル重量の単位時間当たりの減少量を計算して求める方法があるが、測定誤差が大きく、また注入量のアウトプットが実現象より遅れるため、注入量を下げる場合に測定値の遅れにより注入量を絞るすぎ、これにより注入溶鋼が詰まり、操業トラブルが発生する可能性が高くなる。また振動検出器を利用した溶鋼流把握方法としては、特開昭58-209468号公報、特開昭58-185705号公報、特開昭58-13455号公報等がある。特開昭58-209468号公報は、溶鋼注入開始時の飛散を防止するために、注入ノズル※

$$\alpha = m \cdot (v_1^2/2 - v_2^2/2 + gh) / (V + u) \quad \dots(1)$$

$$\text{振動出力} = k \cdot \alpha \quad \dots(2)$$

但し、

$\alpha$  : 注入ノズル内の攪拌動力密度 ( $W/m^3$ )

$m$  : 質量流量 ( $kg/s$ )

$v_1$  : 容器1出側溶融金属流速 ( $m/s$ )

$v_2$  : 注入ノズル出側平均流速 ( $m/s$ )

$g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

$h$  : 容器1出側から注入ノズル内溶融金属表面までの高さ ( $m$ )

\* 器の振動出力と溶融金属の落下により生ずる注入ノズル内の攪拌動力密度との相関関係から下記(1)式および(2)式

※ル支持装置端部に振動検出器を取付け、注入開始時の振動の振幅の増加により注入開始を把握する方法であるが、この方法では、溶鋼注入量の測定は不可能である。  
10 特開昭58-185705号公報及び特開昭58-13455号公報は注入末期のスラグ流出検知を目的としており、前者は注入ノズル支持装置端部に、また後者はタンディッシュに振動検出器を取付け、注入ノズル内を流れる流体が溶鋼からスラグに変化した時の振動の振幅の変化からスラグ流出検知を行なう方法であるが、これらの方法でも、溶鋼注入量の測定は不可能である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】例えば、スラブやビレットを連続鋳造する場合、溶鋼等の溶融金属をレードルからタンディッシュに一旦注入し、その後、鋳型に供給しているが、レードル注入末期にレードルからタンディッシュ内に大量のスラグが流入すると、タンディッシュ内で浮上分離しきれないスラグが鋳型内に流入し、これが介在物となり鋳片の品位を著しく劣化させる。

【0004】レードルからタンディッシュ内へのスラグ混入は、レードル注入末期の溶鋼渦にスラグが巻き込まれることにより発生するが、この対策としてレードル注入末期の注入量を極力減少させる方法(以降、絞注入と記す)がある。注入流量のオンタイムでの把握、すなわち注入流量の測定ができれば本方法は可能となる。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明はこのような課題を解決するためになしたものであり、その要旨とするところは、高温の溶融金属を注入ノズルを介して容器1から容器2に注湯する際の注入流量を測定するにあたり、注入ノズル支持装置に振動検知器を設置し、該検知器の振動出力と溶融金属の落下により生ずる注入ノズル内の攪拌動力密度との相関関係から下記(1)式および(2)式

(2)式

★(注入ノズル内負圧=0の時)

$u$  : 注入ノズル内の負圧により吸い上げられた溶融金属の体積 ( $m^3$ )

$k$  : 比例係数

にもとずき注入流量を求める。

## 【0006】

【作用】本願発明者等は、鋼の連続鋳造において、図1に示すように、レードル1(容器1に相当)からタンデ

注湯するとき、ロングノズル支持装置3に振動計4を設置し、溶鋼注入時におけるロングノズル5の振動を把握するとともに、この振動の強弱と注入流量との関係について数多くの要因を種々調査した結果、図3に示すように攪拌動力密度と振動計4の出力に極めて直線的な比例\*

$$\alpha = m \cdot (v_1^2/2 - v_2^2/2 + gh) / (V + u) \quad \dots(1)$$

で得られ、この(1)式において各記号は図2に示すように、

m: 質量流量 (kg/s)

$v_1$ : レードル1出側溶融金属流速 (m/s)

$v_2$ : ロングノズル5出側平均流速 (m/s)

g: 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

h: レードル1出側からロングノズル5内溶融金属表面までの高さ (m)

V: 注入ノズル内の溶融金属の体積 (m<sup>3</sup>)

(注入ノズル内負圧=0の時)

u: 注入ノズル内の負圧により吸い上げられた溶融金属※

$$\text{振動出力} = k \cdot m \cdot (v_1^2/2 - v_2^2/2 + gh) / (V + u) \quad \dots(3)$$

が導かれ、(3)式を変形して次の(4)式を得る。★ ★【0009】

$$m = (V + u) \cdot \text{振動出力} / \{k(v_1^2/2 - v_2^2/2 + gh)\} \quad \dots(4)$$

mは注入流量に相当するので、振動計4の出力から注入流量の測定が可能である。前記(1)式において、 $v_1$ はレードル1内の溶融金属重量測定値より把握でき、 $v_2$ は $v_1$ の値とロングノズル5の内径断面積より求められ、hは工場毎に一定値であり、gも一定値である。

【0010】Vはロングノズル5の内径Dと浸漬深さLとから求められ、これは工場毎に一定値である。uはロングノズル内の負圧を測定することにより求められる。一方、比例係数kの値はロングノズル5の寸法、材質、ロングノズル支持装置3で構成される振動系により定まるもので、各工場毎に実験的に予め確認しておくものである。

【0011】

【実施例】図1は本発明法を実施するための装置例を示すもので、鋼の連続鋳造における流量測定例である。レードル1内の溶鋼はロングノズル5を経て、タンディッシュ2に注入され、さらにタンディッシュ2のイマージョンノズル6で鋳型7へ鋳込まれる。本例では、レードル1からロングノズル5でタンディッシュ2に溶鋼を注入する時の注入量を測定する。ロングノズル5にはレードル交換時にロングノズル5を着脱するための支持装置3が装着されており、常にロングノズル5の振動が伝播している。その振動を検出するために加速度計4が着脱装置3に取りつけてあり、注入中のロングノズル5の振動を検出する構造となっている。加速度計4で検出した振動信号を増幅器8で増幅した後、フィルタ9を通してレードルスライディングノズル移動による信号をカットする。その後、源信号の内、特定周波数帯域のみを通過させるバンドパスフィルタ10を通過させる。このバン

\*関係があることが分った。

【0007】即ち、ノズル振動の動力は溶融金属の落下により生ずるのズル内の溶融金属攪拌動力密度( $w/m^3$ )であり、この関係を用いて注入流量の測定が可能である。しかして攪拌動力密度 $\alpha$ は、

※の体積 (m<sup>3</sup>)

L: ロングノズル5内の溶融金属表面からロングノズル5下端までの長さ (m)

10) D: ロングノズル5の内径 (m)

である。

【0008】また、図3の関係から振動出力と攪拌動力密度は下記(2)式で示される。

$$\text{振動出力} = k \cdot \alpha \quad \dots(2)$$

k: 比例係数

上記(1)、(2)式より、

☆合、1Hz~6kHzの間にあるが、この適切な値はロングノズル5のサイズや支持装置3で構成される振動系により定まるもので、実験的に確認選定する必要がある。それから、信号変換器11を通して、一波形を十波形に変換しかつスムージング(積分処理)を行う。

【0012】スムージング処理した信号はコンピューター12に入力され、前述の(1)式および(2)式を基本とし、予め既知の数値 $\alpha$ 、 $v_1$ 、 $v_2$ 、g、h、V、u、kをもとに、前述の(3)式および(4)式より注入流量を測定する。13はロングノズル内の圧力センサの信号を処理して圧力信号を生成する圧力信号処理器である。14は注湯制御器であり、測定された注入流量が設定値より異なっているとき、スライディングノズル15の開度を調節する。

【0013】図4に、図1に示す信号処理回路各部の信号波形を示す。図4のAは図1の増幅器8の出力信号を、Bはフィルタ9の出力信号を、Cはバンドパスフィルタ10の出力信号を、Dは信号変換器11内の、一波形を十波形に変換した整流(検波)波形を、Eは検波波形を平滑化した、信号変換器11の出力信号を示す。Fは、信号変換器11の出力信号Eが表わす振動レベルをもとに前述の(1)~(4)式にて求めた注入流量を示す。

【0014】

【発明の効果】以上に述べたように、この発明により注入流量のオンタイムでの把握が可能となったので、操業トラブル無しにレードル注入末期の極限までの絞り注入が可能となった。従ってレードルからタンディッシュ内へのスラグ混入量は減少し、鋳片の品位は格段に良くな

5

ル詰まりも減少し多連鋳化も可能となり、製造コスト削減に大きな効果をもたらした。

【0015】今まで溶鋼のレードル注入ノズルについて説明してきたが、他の高温溶融金属や流体についても図3に示す関係を実験的に把握すれば、安価にかつ確実に流体の流量が測定出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を実施するための装置例を示すブロック図である。

【図2】 図1に示すレードル1、タンディッシュ2およびロングノズル5の間の溶鋼の通流経路を示す縦断面図である。

【図3】 図1に示すロングノズル5の振動強度と溶融金属の落下により生ずるノズル内の溶融金属攪拌動力密度の関係を示すグラフである。

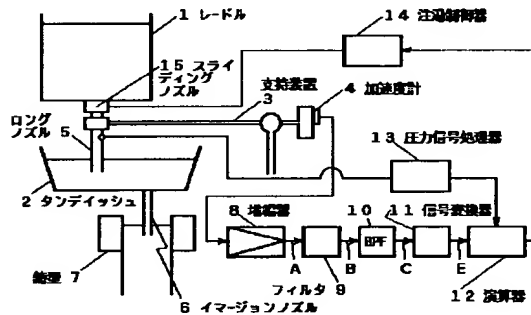
6

【図4】 図1に示す信号処理回路各部の信号を示すタイムチャートである。

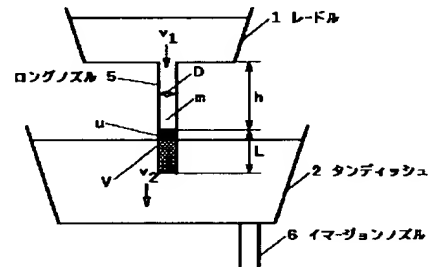
【符号の説明】

- |           |                |
|-----------|----------------|
| 1: レードル   | 2: タンディッシュ     |
| 3: 支持装置   | 4: 加速度計        |
| 5: ロングノズル | 6: イマージョンノズル   |
| 7: 鋳型     | 8: 増幅器         |
| 9: フィルタ   | 10: バンドパス      |
| フィルタ      | 11: 信号変換器      |
| 12: 演算器   | 13: 圧力信号処理器    |
| 14: 注湯制御器 | 15: スライディングノズル |

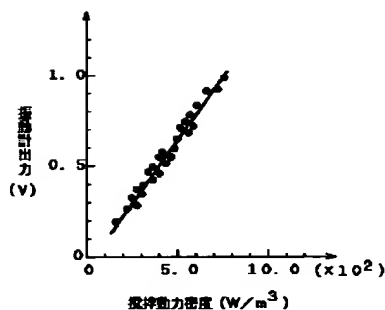
【図1】



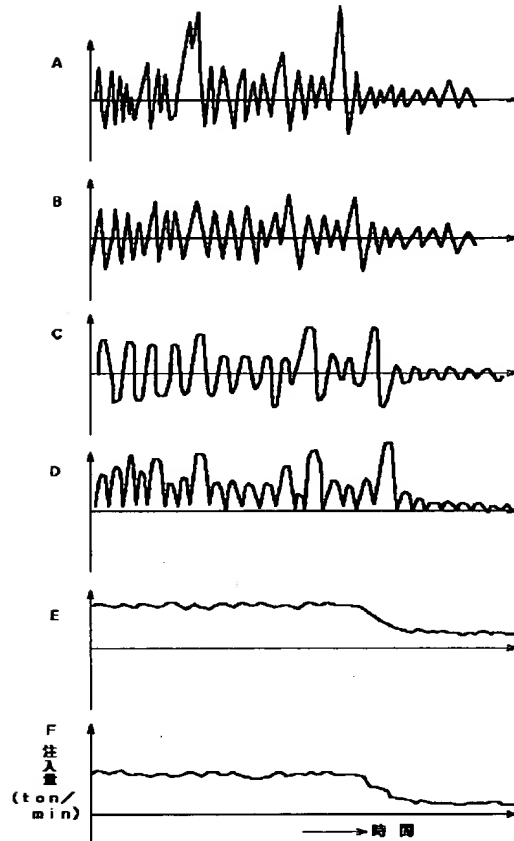
【図2】



【図3】



【図4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年4月28日

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 溶融金属の注入流量測定法

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 高温の溶融金属を注入ノズルを介して容器1から容器2に注湯する際の注入流量を測定するにあたり、注入ノズル支持装置に振動検知器を設置し、該検知器の振動出力と溶融金属の落下により生ずる注入ノズル内の攪拌動力密度との相関関係から下記(1)式および(2)式

$$\alpha = m \cdot (v_1^2 / 2 - v_2^2 / 2 + gh) / (V + u) \quad \dots (1)$$

)

$$\text{振動出力} = k \cdot \alpha$$

$$\dots (2)$$

但し、

a : 注入ノズル内の攪拌動力密度 ( $W/m^3$ )m : 質量流量 ( $kg/s$ ) $v_1$  : 容器1出側溶融金属流速 ( $m/s$ ) $v_2$  : 注入ノズル出側平均流速 ( $m/s$ )g : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

h : 容器1出側から注入ノズル内溶融金属表面までの高さ (m)

(注入ノズル内負圧=0の時)

u : 注入ノズル内の負圧により吸い上げられた溶融金属の体積 ( $m^3$ )

k : 比例係数

にもとづき注入流量を求めることを特徴とする溶融金属の注入流量測定法。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明はこのような課題を解決するためになしたものであり、その要旨とするところは、高温の溶融金属を注入ノズルを介して容器1か

ら容器2に注湯する際の注入流量を測定するにあたり、注入ノズル支持装置に振動検知器を設置し、該検知器の振動出力と溶融金属の落下により生ずる注入ノズル内の攪拌動力密度との相関関係から下記(1)式および(2)式

$$\alpha = m \cdot (v_1^2 / 2 - v_2^2 / 2 + gh) / (V + u) \quad \dots (1)$$

$$\text{振動出力} = k \cdot \alpha \quad \dots (2)$$

但し、

a : 注入ノズル内の攪拌動力密度 (W/m<sup>3</sup>)

m : 質量流量 (kg/s)

v<sub>1</sub> : 容器1出側溶融金属流速 (m/s)

v<sub>2</sub> : 注入ノズル出側平均流速 (m/s)

g : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

h : 容器1出側から注入ノズル内溶融金属表面までの

高さ (m)

V : 注入ノズル内の溶融金属の体積 (m<sup>3</sup>)

(注入ノズル内負圧=0の時)

u : 注入ノズル内の負圧により吸い上げられた溶融金属の体積 (m<sup>3</sup>)

k : 比例係数

にもとづき注入流量を求める。

フロントページの続き

(72)発明者 近 藤 克 巳

東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社

名古屋製鐵所内